

GEOFYSIKK II

BRUK AV REFLEKSJONSSEISMISKE METODER I OLJELETING.

Sender vi et lydsignal mot en vegg, vil en del av signalet fortsette inn i vegg, mens en del vil bli reflektert.

Mengden av signalet som kommer tilbake til oss er avhengig av vegg - og det mediet som signalet beveget seg i før det traff vegg - vanligvis luft. Mengden av signalet som ble reflektert kan uttrykkes ved REFLEKSJONSKOEFFISIENTEN R, som vi får fra et enkelt matematisk uttrykk:

$$R = \frac{V_2 S_2 - V_1 S_1}{V_2 S_2 + V_1 S_1}$$

Her er V_2 lyd hastigheten i vegg, S_2 er veggens egenvekt eller tetthet, mens V_1 er lyd hastigheten i luft og S_1 er luftens tetthet.

Fullfører vi eksemplet over, kan vi si at:

Lyd hastighet i vegg: $V_2 = 3850 \text{ m/s}$ (trevegg, ek)

Egenvekt av vegg: $S_2 = 0,65 \text{ g/cm}^3$

Lyd hastighet i luft: $V_1 = 331,3 \text{ m/s}$ (0°C)

Egenvekt av luft: $S_1 = 1,293 \times 10^{-3} \text{ g/cm}^3$

Setter vi disse størrelsene inn i uttrykket for refleksjonskoeffisienten R, får vi:

$$R = \frac{3850 \times 0,65 - 331,3 \times 1,293 \times 10^{-3}}{3850 \times 0,65 + 331,3 \times 1,293 \times 10^{-3}} = \frac{2502,1}{2502,9} = 0,99$$

Med andre ord vil over 99% av lydsignalet som blir sendt mot vegg bli kastet tilbake.

Det som er diskutert ovenfor, beskriver i store trekk prinsippet for refleksjonsseismikk, både på land og på sjø.

Sedimentære bergarter består vanligvis av lag av forskjellige typer, avhengig av avsetningsmiljøet til enhver tid. Disse forskjellige lagene vil ha forskjellige egenskaper når det gjelder tetthet og lyd hastighet. Disse forskjeller er selvfølgelig ikke så dramatiske som i eksemplet over, men store nok til å danne en grenseflate og sende en del av et lydsignal tilbake igjen.

Energien i det signalet som kommer tilbake vil selvfølgelig være avhengig av grenseflatens refleksjonsevne, og energien i det signalet som vi sendte ned i bakken til å begynne med. Eksemplet foran viser at det er liten vits i å lage signalet i luften, over bakken. Den store forskjellen i lydhastighet og tetthet gjør at mesteparten blir reflektert fra overflaten.

Vi kan imidlertid bore et hull og lage signalet ved å sprengne dynamitt nede i hullet. Dette hullet bør da bores så dypt at det når ned til fast fjell. Grunnen til dette er at om eksplosjonen finner sted i sand eller jord, vil overgangen til fast materiale igjen være så stor at store deler av signalet blir reflektert.

Nå har vi laget lydsignalet vårt (smellet), som kan forplante seg i alle retninger ned i bakken, og som blir svakere og svakere jo lenger vekk fra eksplosjonen lyden kommer, på grunn av selve avstanden, absorpsjon, brytning og refleksjon.

Den lille delen av signalet som kommer tilbake er det imidlertid nødvendig å registrere på en eller annen måte, ellers ville jo smellet ikke hatt noen annen hensikt enn smellet selv!

Siden det er lyd som skal registreres ligger det nær å bruke mikrofoner, og en form for spesiallagde mikrofoner benyttes da også. De kalles for geofoner til bruk på land og hydrofoner til bruk til sjøs. Det signalet som geofonen registrerer vil så bli lagret på et magnetbånd for senere behandling.

Nå er det fjerne signalet fra undergrunnen som geofonen registrerer selvfølgelig svært svakt, til tross for kjempesmellet som ble laget. Det har tross alt beveget seg ned til en grenseflate i fjellet og opp igjen, en grenseflate som kanskje er 1-2 km eller mer nede i bakken.

Selv om man beskytter geofonen som best man kan, graver den ned i bakken, sørger for at den tar opp lyd bare fra en retning, ikke tramper omkring under opptaket osv., er det mye støy som er sterkere enn signalet man er interessert i.

Dette problemet prøver man å løse ved å registrere med mange geofoner samtidig. En antar at støyen er flyktig og vilkårlig, og dermed registreres forskjellig i de forskjellige geofoner, mens det seismiske signalet ser likt ut i alle geofonene. Adderer man så signalet fra alle geofonene, vil det seismiske signalet forsterkes, mens støyen svekkes.

Til denne addering (prosessering) benytter man elektroniske regnemaskiner hvor man også forsterker og filtrerer signalet.

Skyter man så mange skudd etter hverandre med jevne mellomrom og på en rekke, vil totalresultatet bli en "refleksjonsprofil" av undergrunnen, hvor lagene med størst refleksjonsprofil trer sterkest frem.

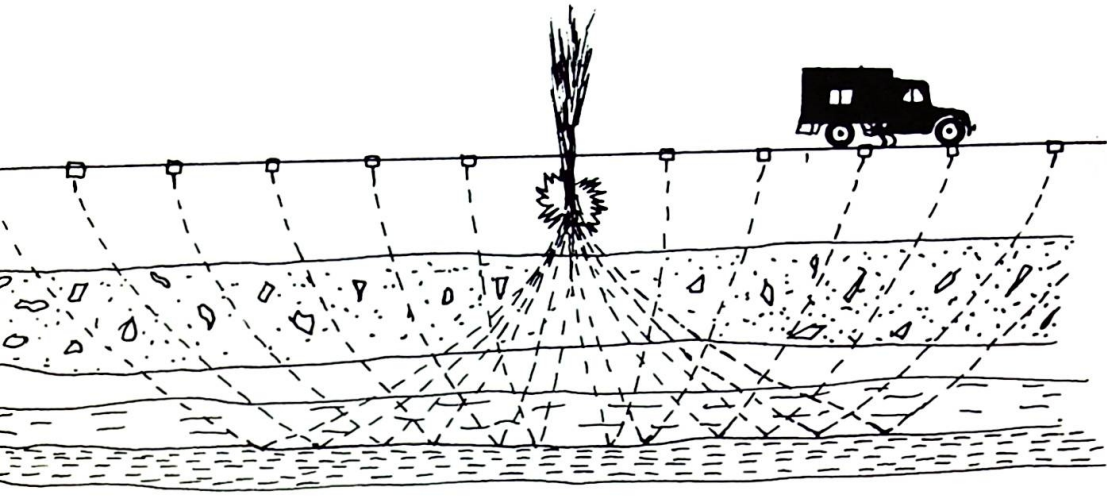


Fig. 1: Seismisk datainnsamling på land. Figuren viser lydsignalet som lages ved en eksplosjon, geofonene som registrerer de reflekterte signalene, og bilen med registreringsutstyret.

Et grunt lag med samme refleksjonskoeffisient som er dypere, vil selvfølgelig være det sterkeste av de to. Man prøver å hjelpe på dette ved å forsterke det dype signalet mer enn det grunne.

Innsamling av seismiske data til havs utføres i prinsippet på samme måte. Registreringsutstyret er "hydrofoner" som er koblet etter hverandre i en lang slange-kabel av plast, med ledninger fra hver hydrofon frem til en forsterker og lagringsenhet - magnetbånd - i båten.

Lydkilden var tidligere vanligvis dynamitt, men nå er luftkanoner det mest vanlige. Dette er sylindere av stål med et lufttett kammer som ved hjelp av en ventil kan åpnes og lukkes. Man pumper luft under høyt trykk inn i kammeret, vanligvis under ca. 140 atmosfærers trykk. Ventilen åpnes brått og den komprimerte luften farer ut i sjøen rundt sylinderen. Dette skaper et lydsignal (kfr. lyden fra et vanlig luftgevær) som benyttes lik dynamitteksplosjonen på land.

Vanligvis kobler man sammen flere luftkanoner som avfyres samtidig. Dette for å øke energien i signalet og for å få en best mulig "form" på signalet.

Datainnsamlingen til havs foregår kontinuerlig ved at den seismiske båten beveger seg langsomt langs forutbestemte profiler og skyter med jevne mellomrom. For til enhver tid å vite hvor man er, benyttes forskjellige former for radionavigasjon (Satelitt-navigasjon, Decca, Loran-C).

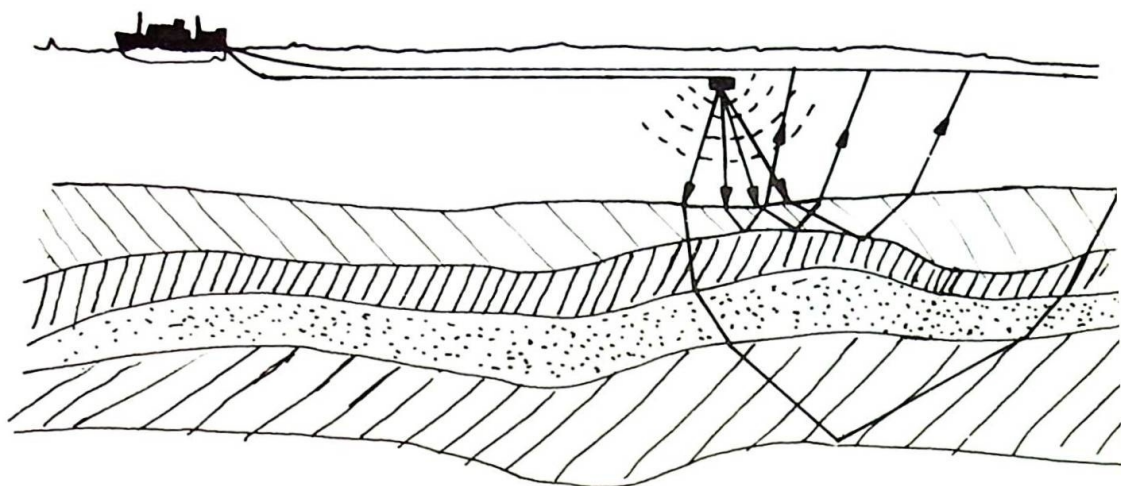


Fig. 2: Seismisk datainnsamling til sjøs. Figuren viser hvordan lydkilden og registreringskabelen med hydrofoner taues etter båten.

Slangen med registreringsinstrumentene (hydrofonene) er typisk, 2400m lang, og har vanligvis en bøye med en radarreflektor til slutt. Vanlig tauingsdyb er 8-14m, og omtrent det tilsvarende for lydkilden. Prisen pr. km for marin seismikk inklusive datainnsamling og prosessering ligger i dag på omtrent 1500-2000 kroner.

For å kartlegge et område, skytes et nett av seismiske profiler. Til sjøs er et detaljert linjenett på 1 km x 1 km.

En velger så ut de seismiske reflektorer en vil kartlegge og knytter disse sammen, linje for linje. To-veis refleksjonstider leses av, og konturer trekkes gjennom punkter med lik tid. Kartene som lages på denne måten er tidskart som viser to-veis refleksjonstid ned til en og samme seismiske reflektor. Kjenner vi lydets forplantningshastighet i undergrunnen, kan disse kartene gjøres om til dybdekart som viser topografien avsatt som sedimenter for millioner av år siden.

Sammen med de geologiske kunnskaper i området, danner disse kartene utgangspunkt for et mulig boreprosjekt etter hydrokarboner, avhengig av om kartene viser mulige "oljefeller" eller ikke.



Fig. 3: Eksempel på en seismisk profil. Tallene til høyre er to-veis refleksjonstid i sekunder.

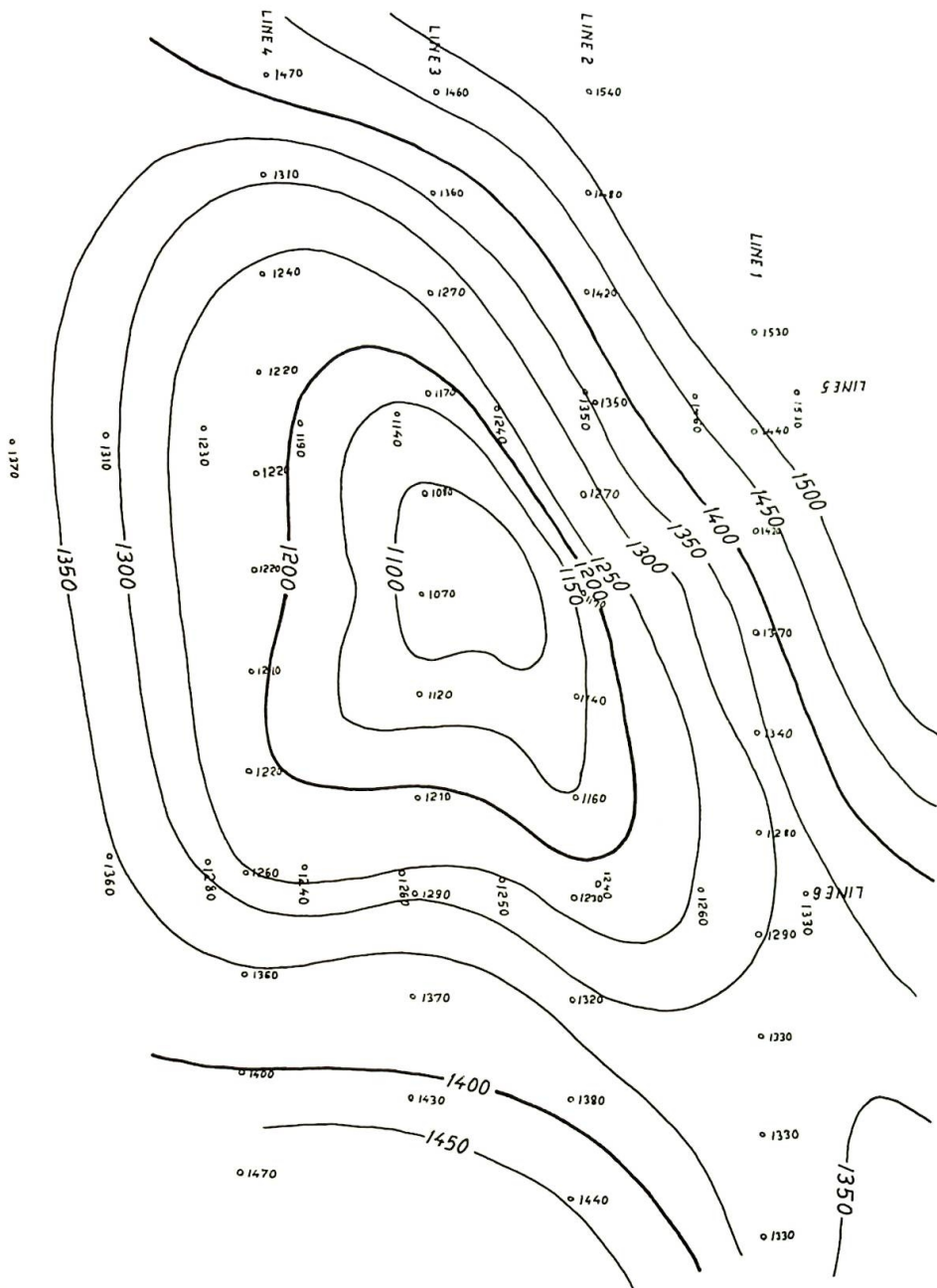


Fig. 4: Eksempel på et strukturkart. Tallene på konturene er to-veis refleksjonstid i millisekunder.